Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

APLICAÇÃO DA NR-12: estudo de caso da instalação de relé de segurança de emergência em Desbobinador de Fita

APPLICATION OF NR-12: case study of the installation of an emergency safety relay in a tape unwinder

Dejaime Pereira da Silva[I]
Maria Aparecida Bovério[II]

RESUMO

Essa pesquisa delimitou-se em pesquisar Norma Regulamentadora de máquinas e equipamentos, NR-12, imprescindível no que diz respeito a Higiene e Segurança do trabalho (HST). O objetivo da pesquisa foi realizar uma adequação da NR-12, para atingir um nível de *Performance Level Requerido* (PLr), com instalação do relé de segurança de emergência, do fabricante Siemens, código 3SK1121-1CB41, na máquina "Desbobinador de Fita" em uma indústria de peças automotivas do interior do Estado de São Paulo. Foi realizada, inicialmente, a pesquisa de revisão bibliográfica sobre o tema Segurança no Trabalho, pesquisa documental, através da leitura e análise da NR12, e pesquisa de campo, por meio da pesquisa-ação aplicada e estudo de caso. Os resultados indicaram que havia a necessidade de adequação dessa máquina à norma NR-12, pois o valor do *Hazard Rating Numbe*r (HRN), número de classificação de risco, de ingresso acidental das mãos na zona móvel das roldanas tracionadas, foi classificado como "Alto", conforme estipulado na tabela de HRN. Portanto, com a finalidade de que a máquina pudesse proporcionar a segurança aos funcionários que a utilizam, foi feita uma adequação que trouxe um grau de "segurança categoria 4", no que se refere a parada de emergência instantânea. O impacto dessa adequação do relé de emergência, com tempo de atuação de 0,05 segundos, proporcionou uma condição de equipamento em parada de emergência, pois, se ocorrer a desorganização do motor do rolete, a máquina entrará em parada de movimento de forma instantânea. Concluiu-se, portanto, que a NR-12 é uma norma importantíssima, e que a implementação dessa adequação na máquina foi essencial para a segurança dos trabalhadores.

Palavras-chave: segurança do trabalho; NR12; relé de segurança de emergência; desbobinador de fita

ABSTRACT

This research focused on investigating Regulatory Standard NR-12 for machinery and equipment, which is essential in relation to Occupational Health and Safety (OHS). The objective of the research was to adapt NR-12 to achieve the Required Performance Level (PLr) by installing an emergency safety relay, manufactured by Siemens, code 3SK1121-1CB41, on the "Tape Unwinder" machine in an automotive parts factory in the interior of the

[I] Professor Especialista de Ensino Superior da Fatec Nilo De Stéfani, Jaboticabal-SP-Brasil; Engenheiro Eletricista de Manutenção - *Electrical Maintenance Engineer* na HUTCHINSON Brasil Automotive Ltda (HBA), Departamento Manutenção -*Industry II -Maintenance Department*. E-mail: dejaimesilva@gmail.com

[II] Profa. Dra. do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo de Sertãozinho (Fatec-Stz) –São Paulo –Brasil e da Fatec Nilo De Stéfani, Jaboticabal-SP-Brasil. E-mail: maria.boverio@fatec.sp.gov.br

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

State of São Paulo. Initially, a literature review on the topic of Occupational Safety was conducted, as well as documentary research through the reading and analysis of NR12, and field research through applied action research and case studies. The results indicated that there was a need to adapt this machine to the NR-12 standard, as the Hazard Rating Number (HRN) for accidental entry of hands into the moving area of the driven pulleys was classified as "High," as stipulated in the HRN table. Therefore, for the machine to provide safety to the employees who use it, an adjustment was made that brought it to a "safety category 4" level about instant emergency stop. The impact of this adjustment of the emergency relay, with an activation time of 0.05 seconds, provided an emergency stop for the equipment, because if the roller motor malfunctions, the machine will stop moving instantly. It was therefore concluded that NR-12 is an important standard and that the implementation of this adjustment to the machine was essential for worker safety.

Keywords: occupational safety; NR12; emergency safety relay; tape unwinder

Data de submissão do artigo: 25/04/2025.
Data de aprovação do artigo: 02/07/2025.
DOI: https://doi.org/10.52138/citec.v17i01.425

1 INTRODUÇÃO[1]

A Higiene e Segurança do trabalho (HST) segundo Marras (2011, p. 191) é "a área que responde pela segurança industrial, pela higiene e medicina do trabalho relativamente aos empregados da empresa, atuando tanto na área de prevenção quanto na de correção, em estudos e ações constantes que envolvam acidentes no trabalho e a saúde do trabalhador".

Segundo Carvalho e Nascimento (2004, p. 313), a segurança do trabalho, como instrumento de prevenção de acidentes na empresa, deve ser considerada, ao mesmo tempo, como um dos fatores decisivos da produção. Se levarmos em conta que os acidentes têm um peso extremamente negativo no processo produtivo, ocasionando perdas totais ou parciais da capacidade humana de trabalho e de equipamentos, máquinas, ferramentas entre outros, pode-se entender melhor a importância e o alcance da segurança do trabalho.

A segurança do trabalho é o conjunto de medidas educacionais, técnicas, médicas e psicológicas, que são utilizadas para a prevenção de acidentes, e tem como objetivo eliminar as condições inseguras do ambiente com a implantação de práticas preventivas (Chiavenato, 2002).

Nesse contexto, esse artigo delimitou-se em pesquisar a Norma Regulamentadora de máquinas e equipamentos, a NR-12. O objetivo dessa pesquisa-ação aplicada foi realizar uma adequação da norma NR-12, com instalação do relé segurança de emergência em máquina "Desbobinador de Fita" em uma indústria de peças automotivas do interior do Estado de São Paulo.

O problema que essa pesquisa pretendeu responder foi "como deve ser feita a adequação da norma NR-12 na máquina "Desbobinador de Fita". A hipótese foi de que essa máquina precisaria da instalação de um relé de segurança de emergência.

[1] Esse artigo é oriundo do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, da União Brasileira de Faculdades (UNIBF), do primeiro autor, de 2025, com contribuições, correções e revisões da segunda autora. Foi adaptado, e foram acatadas e incluídas todas as correções e sugestões indicadas pelos dois pareceristas desse artigo, realizadas por ambos os autores.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Portanto, para o desenvolvimento dessa pesquisa, adotou-se os seguintes procedimentos metodológicos: pesquisas bibliográfica, documental e descritiva. Na pesquisa de campo, por meio da pesquisa-ação aplicada foram utilizados os conhecimentos provenientes dessas pesquisas para a instalação do relé de segurança de emergência na máquina "Desbobinador de Fita" e, assim, poder realizar a adequação da norma NR-12. O tema é relevante para essa área e, por isso, o interesse nessa temática, especialmente para a segurança do trabalhador.

2 SEGURANÇA DO TRABALHO

Conforme o esquema de organização da empresa, os serviços de segurança estabelecem normas e procedimentos, colocando em prática os possíveis recursos para conseguir a prevenção de acidentes e controlam os resultados obtidos. Contudo, muitos serviços de segurança não obtêm resultados esperados e podem até fracassar, por não terem um apoio em diretrizes básicas bem delineadas e compreendidas pela empresa ou por não estarem devidamente desenvolvidas em seus vários aspectos (Chiavenatto, 2002).

Nesse sentido, o acidente é considerado um fenômeno complexo e multicausal. A partir da lesão, busca-se entender a situação de trabalho que causou o acidente, identificando os fatores causais. A investigação correta permite visualizar as medidas preventivas necessárias para evitar acidentes semelhantes (Vilela; Mendes; Gonçalves, 2007).

Por isso, faz-se necessário compreender que a área responsável pela Saúde e Segurança do trabalho é a Administração de Recursos Humanos, definida por Gil (1994) com um ramo especializado da Ciência da Administração que envolve todas as ações, cujo objetivo é a integração do trabalhador no contexto da organização e, consequentemente, o aumento de sua produtividade. Essa área trata de assuntos como o recrutamento, seleção, treinamento, desenvolvimento, manutenção, controle e avaliação pessoal.

De acordo com Carvalho e Nascimento (1998) a área de Recursos Humanos sempre desenvolveu mais uma função voltada para as pessoas do que para os negócios. Segundo os autores, essa postura traz obstáculos à evolução do sistema de RH, se comparada a outras áreas de atuação da empresa, como *marketing,* produção, finanças e informática.

Segundo Limongi-França (2013, p.3-4) a gestão de pessoas analisada pelos enfoques comportamental e administrativo está relacionada com os mais variados espaços organizacionais:

- novas tecnologias;
- reduções ou novas posições na empresa;
- contratação incluindo recrutamento e seleção de pessoas;
- treinamento e desenvolvimento;
- remuneração e benefícios;
- banco de talentos;
- **segurança, saúde e qualidade de vida;**
- comunicação com empregados;
- engenharia de produção e ergonomia;
- sistemas de gestão da qualidade;
- inovação tecnológica;
- desenvolvimento sustentável ou *marketing* social; e,
- competência integrada aos aspectos socioeconômicos e pessoais.

Segundo Flippo (1980, p. 571) "segurança é um bom negócio", pois "esta é uma área na qual existe uma integração evidente entre os interesses do empregador e do empregado; o

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

empregado não deseja machucar-se e o empregador não deseja incorrer nas despesas de machucar o empregado".

Para Marras (2011, p. 200) a segurança do trabalho também é conhecida como segurança industrial e tem como principais objetivos:

1. Prevenção de acidentes no trabalho; e,
2. A eliminação de causas de acidentes no trabalho.

Marras (2011) considera que a prevenção de acidentes no trabalho é um programa de longo prazo que tem como objetivo instruir e conscientizar o trabalhador a proteger sua própria vida e a dos demais companheiros de trabalho, tendo uma visão mais ampla do ambiente de trabalho e os riscos que ele oferece, podendo antecipar-se aos incidentes e possíveis futuros acidentes. O autor complementa que a prevenção de acidentes é um programa educativo cuja finalidade é fixar valores de conscientização no indivíduo.

O programa de prevenção de acidentes, na ótica de Marras (2011) deve ser pautado sobre dois critérios fundamentais:

1. O humano: este critério pauta-se na preocupação com a vida humana do trabalhador e seu bem-estar durante seu período de trabalho.
2. O econômico: refere-se aos números de faltas causadas em decorrência de acidentes de trabalho, pois estes causam um prejuízo de custos elevados às empresas, demonstrando assim que a prevenção de acidentes é o melhor caminho a percorrer.

2.1 Norma Regulamentadora NR12: máquinas e equipamentos

A NR 12 é uma das normas regulamentadoras que regem o mercado de produtos da linha de segurança, conhecida como *safety* e é utilizada para segurança de máquinas e equipamentos, possui caráter fiscalizatório e vem sendo utilizada pelos fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego.

A primeira legislação foi publicada no Diário Oficial da União (DOU) através da Portaria GM nº 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78 e possui as seguintes atualizações (Brasil, 2022a):

- Portaria SSST n.º 12, de 06 de junho de 1983 DOU:14/06/83
- Portaria SSST n.º 13, de 24 de outubro de 1994 DOU:26/10/94
- Portaria SSST n.º 25, de 28 de janeiro de 1996 DOU:05/12/96
- Portaria SSST n.º 04, de 28 de janeiro de 1997 DOU:04/03/97
- Portaria SIT n.º 197, de 17 de dezembro de 2010 DOU:24/12/10
- Portaria SIT n.º 293, de 08 de dezembro de 2011 09/12/11
- Portaria MTE n.º 1.893, de 09 de dezembro de 2013 DOU:11/12/13
- Portaria MTE n.º 857, de 25 de junho de 2015 DOU:26/06/15
- Portaria MTPS n.º 211, de 09 de dezembro de 2015 DOU:10/12/15
- Portaria MTPS n.º 509, de 29 de abril de 2016 DOU:02/05/16
- Portaria MTb n.º 1.110, de 21 de setembro de 2016 DOU:22/09/16
- Portaria MTb n.º 1.111, de 21 de setembro de 2016 DOU:22/09/16
- Portaria MTb n.º 873, de 06 de julho de 2017 DOU:06/07/17
- Portaria MTb n.º 98, de 08 de fevereiro de 2018 DOU:09/02/18
- Portaria MTb n.º 252, de 10 de abril de 2018 DOU:12/04/18
- Portaria MTb n.º 326, de 14 de maio de 2018 15/05/18
- Portaria MTb n.º 1.083, de 18 de dezembro de 2018 DOU:19/12/18
- Portaria SEPRT n.º 916, de 30 de julho de 2019 DOU: 31/07/19

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

- Portaria SEPRT n.º 8.560, de 15 de julho de 2021 DOU:16/07/21
- Portaria MTP n.º 428, de 07 de outubro de 2021 DOU:08/10/21
- Portaria MTP n.º 806, de 13 de abril de 2022 DOU:19/04/22
- Portaria MTP n.º 4.219, de 20 de dezembro de 2022 DOU:22/12/22

Essa norma estabelece quais são os procedimentos obrigatórios nos locais destinados a máquinas e equipamentos, como piso, áreas de circulação, dispositivos de partida e parada, normas sobre proteção de máquinas e equipamentos, bem como manutenção e operação. Algumas das medidas de proteção estabelecidas pela NR 12 são (Brasil, 2022a):

- Medidas de proteção coletiva, como sistemas para isolar máquinas ou locais com riscos.
- Medidas administrativas ou de organização do trabalho, como capacitação e treinamento dos funcionários.
- Medidas de proteção individual, como o uso de EPIs.

As empresas devem manter um inventário das máquinas e equipamentos, com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização. Desde janeiro de 2017, os empresários tiveram até 12 meses para se adequarem às exigências da NR 12 e, após esse período, os auditores fiscais do trabalho puderam e podem emitir autos de infração e multas (Brasil, 2022a).

2.1.1 Dispositivos de proteção NR-12

Os dispositivos de proteção utilizados para que a NR-12 seja atendida deverão sempre atender a uma classificação de segurança, conforme determina o item 12.5 da NR 12 “a concepção de máquinas deve atender ao princípio da falha segura”. Esta classificação varia para níveis de 1 a 4, de acordo com o grau de proteção que o elemento de segurança deverá atender. A classificação é diretamente relacionada com o grau de lesão, partes do corpo ou fatalidade que sua exposição pode ocasionar no trabalhador (Brasil, 2022a).

As proteções elétricas ou mecânicas deverão sempre possuir fatores de redundância para que, em caso de falha de algum componente, outro logo deverá corrigir e suprir esta segurança. Alguns dos elementos elétricos utilizados para esta proteção são (Brasil, 2022a):

- Botoeiras de Emergência.
- Relés de Segurança e Emergência.
- Relés de Segurança de Portas Móveis.
- Chaves de Segurança.
- Chaves de Segurança por Tração Mecânica.
- Relés para Controle de Acionamento Bimanual.

2.1.2 Relê de segurança de emergência

Conforme a norma ABNT NBR ISO 13849-1:2019, as partes de sistemas de comando relacionadas à segurança devem atender aos requisitos da categoria relevante para atingir um nível de performance ou *Performance Level* Requerido (PLr), determinando o comportamento das partes de sistemas de comando relacionadas à segurança com relação à sua resistência a falhas (Brasil, 2022b).

A Norma Regulamentadora NR 12, no Brasil, estabelece os requisitos para garantir a integridade física dos trabalhadores industriais e, dentro desse contexto, o relé de segurança

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

desempenha um papel importante na implementação das medidas de proteção, a fim de proporcionar a segurança em ambientes que possuem máquinas.

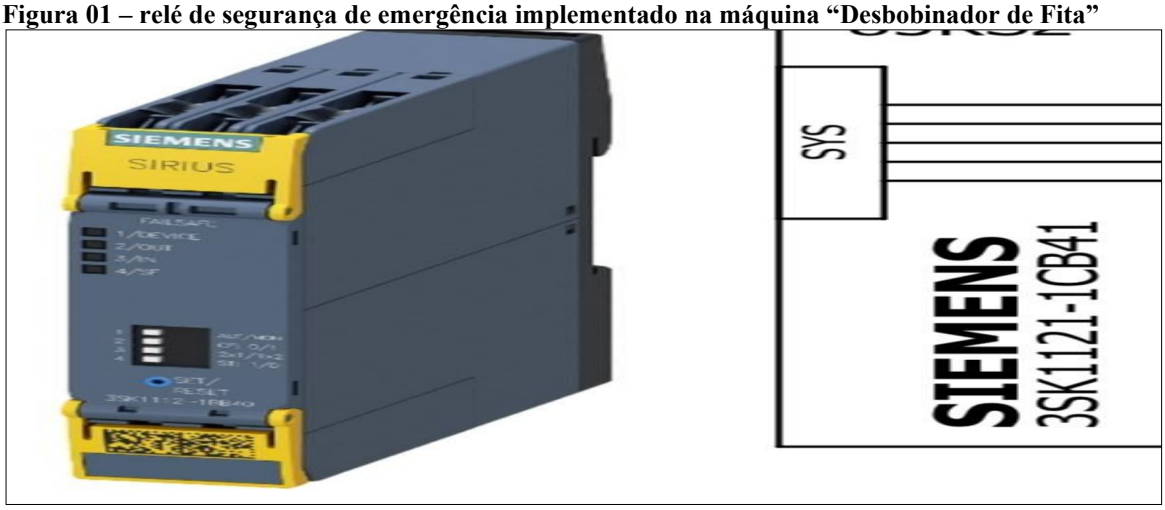
A NR-12 define o relé de segurança de emergência como

> componente com redundância e circuito eletrônico dedicado para acionar e supervisionar funções específicas de segurança, tais como dispositivo de intertravamento, sensores, circuitos de parada de emergência, ESPEs, válvulas e contatores, garantido que, em caso de falha ou defeito desses ou em sua fiação, a máquina interrompa o funcionamento e não permita a inicialização de um novo ciclo, até o defeito ser sanado. Deve ter três princípios básicos de funcionamento: redundância, diversidade e autoteste (Brasil, 2022a, p. 59).

Portanto, o relé de segurança de emergência é um dos elementos mais cruciais a serem considerados ao implementar projetos de automação industrial. Um sistema de automação industrial é composto por diversos componentes, como sensores, botões de emergência, chaves de segurança e barreiras de luz. Esses dispositivos são responsáveis por monitorar as condições de operação e, em caso de risco, enviar sinais para que a máquina seja colocada em um estado seguro. Os relés de segurança de emergência são os componentes centrais que processam esses sinais e intervêm em caso de operação inadequada de uma máquina. Eles possuem lógica fixa embutida em seu *hardware,* o que significa que são projetados para realizar funções específicas sem a possibilidade de alteração na lógica de segurança. Isso os torna altamente confiáveis e previsíveis em emergências. Na NR-12 o termo "relé" de segurança de emergência está presente no circuito elétrico de comando, nos comandos elétricos ou interfaces de segurança e na própria Interface de segurança.

O relé de segurança de emergência implementado para adequação da NR-12 na máquina "Desbobinador de Fita" é apresentado na figura 01:

Figura 01 – relé de segurança de emergência implementado na máquina "Desbobinador de Fita"



Fonte: Siemens (2025)

3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa considerou seu objetivo principal que é realizar uma adequação da norma NR-12, com instalação do relé de segurança de emergência em máquina "Desbobinador de Fita" em uma indústria de peças automotivas do interior do Estado de São Paulo.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

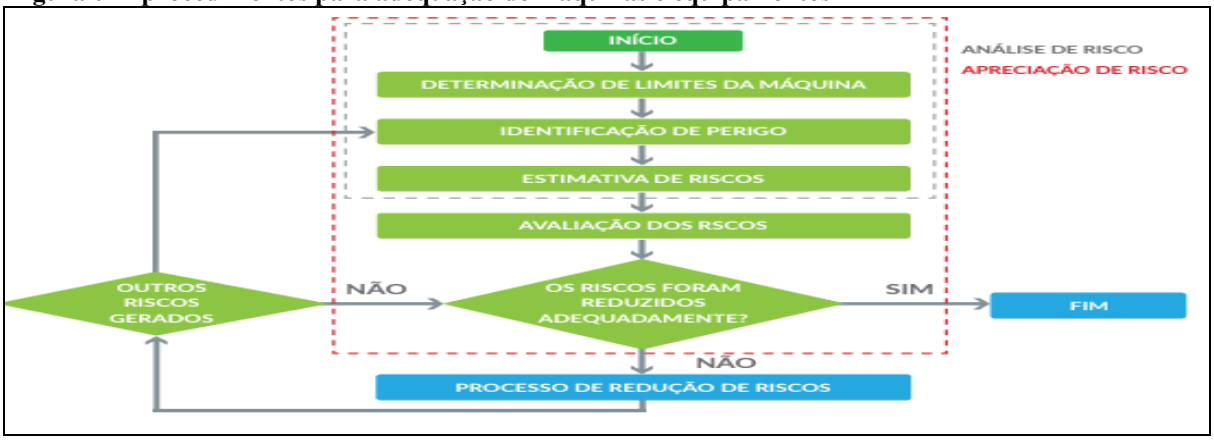
A metodologia considerou, ainda o entendimento de Gil (1999) de que a pesquisa é o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo trazer as respostas para os problemas sugeridos; o entendimento de Lakatos e Marconi (2001) ao afirmarem que todas as pesquisas implicam no levantamento de dados de várias fontes, seja qual for o método ou técnica empregada; o entendimento de Minayo (2000) de que através de pesquisa qualitativa consegue-se respostas mais particulares, além disso, obtêm-se opiniões mais precisas, informações e dados que expõem a realidade do tema estudado; o entendimento de Prodanov e Freitas (2013) de que a pesquisa-ação é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e de que a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais; e, finalmente, o entendimento de Chizzotti (2000) ao afirmar que a finalidade de uma pesquisa qualitativa é intervir em uma situação insatisfatória e mudar condições percebidas como transformáveis. Durante o processo de pesquisa, os dados coletados em várias etapas são continuamente analisados e avaliados.

Com fundamento nesses conceitos, foram realizados os seguintes tipos de pesquisa: bibliográfica, documental e descritiva. Na pesquisa de campo, qualitativa, por meio da pesquisa-ação aplicada e estudo de caso, foram utilizados os conhecimentos provenientes dessas pesquisas para a instalação do relé de segurança de emergência na máquina "Desbobinador de Fita" e, assim, poder realizar a adequação da norma NR-12.

Foi realizada, inicialmente, a pesquisa de revisão bibliográfica sobre o tema Segurança no Trabalho. O segundo passo metodológico foi a realização da pesquisa documental, através da leitura e análise da NR12, especialmente sobre relé de segurança de emergência. O terceiro passo metodológico foi a realização da pesquisa de campo, por meio da pesquisa-ação aplicada, em uma empresa do interior do Estado de São Paulo. Para isso, com fundamento nos conhecimentos teóricos da pesquisa bibliográfica e seguindo-se a orientação do que dispõe a norma NR-12, realizou-se a implementação do relé de segurança de emergência na máquina "Desbobinador de Fita" a fim de adequá-la à respectiva norma.

Para isso, foi elaborada análise de risco, trata-se de uma análise sistemática, e tem o objetivo de informar quais são os riscos que a máquina e equipamento oferecem, qual é a categoria do risco, quais as medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir para controlar os riscos, quais as possibilidades de os perigos serem eliminados, e quais são as partes da máquina e equipamento que estão sujeitos a causar lesões e danos. A análise de riscos está prevista no capítulo 12.39 Sistemas de Segurança no item "a" da Norma Regulamentadora NR 12. A figura 02 apresenta os procedimentos adotados.

Figura 02 - procedimentos para adequação de máquinas e equipamentos



Fonte: Abimaq (2023)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

4 ANÁLISE DE RISCOS

O *Hazard Rating Number* (HRN), que em português significa número de classificação de risco, é uma ferramenta utilizada para analisar a classificação de risco de equipamentos, quantificando riscos que geralmente são observados de forma qualitativa. O HRN representa numericamente a severidade de um risco, levando em consideração algumas suposições definidas. Esse método avalia os efeitos dos riscos, identificando se são aceitáveis ou se necessitam de ações preventivas e corretivas. O cálculo do HRN envolve a quantificação dos riscos e a expressão da gravidade e da possibilidade de ocorrência, além do número de pessoas afetadas. O HRN é amplamente utilizado na NR12 e requer estimativas para a Probabilidade de exposição e a frequência de exposição ao risco da máquina ou equipamento. Quanto maior o risco identificado na análise, maior o número de adequações necessárias. Todo projeto envolvendo máquinas e equipamentos deve ter como premissa a prevenção de acidentes de trabalho (Drumond, 2022).

Para o cálculo do HRN foi utilizada a seguinte formula, em consonância com Drumond (2022):

$$HRN = PE \times FE \times MPL \times NP \quad (1)$$

Os parâmetros utilizados por esse método, de acordo com Drumond (2022) são:

- Probabilidade de exposição ao risco (PE)
- Frequência de exposição ao risco (FE)
- Probabilidade máxima de perda (MPL)
- Número de pessoas exposta ao risco (NP)

Os parâmetros mencionados, assim como as variáveis que cada um representa, estão descritos nas tabelas 01 a 04:

Tabela 1 - probabilidade de exposição ao risco (PE)

Probabilidade de exposição ao risco (PE)	
Descrição	**Valor**
Quase impossível	0,02
Improvável	1,00
Possível	2,00
Alguma chance	5,00
Provável	8,00
Muito provável	10,00
Certamente	15,00

Fonte: Drumond (2022)

Tabela 2 - frequência de exposição ao risco (FE)

Frequência de exposição ao risco (FE)	
Descrição	**Valor**
Infrequentemente	0,1
Anualmente	0,2
Mensalmente	1,0
Semanalmente	1,5
Diariamente	2,5
Em termos de hora	4,0

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

Constantemente	5,0

Fonte: Drumond (2022)

Tabela 3 - Probabilidade máxima da perda (MPL)

Probabilidade máxima da perda (MPL)	
Descrição	**Valor**
Arranhão / contusão leve	0,1
Dilaceração / doenças leves	0,5
Fratura / enfermidade leve (temporária)	1,0
Fratura / enfermidade grave (permanente)	2,0
Perda de 1 membro / olho ou doença séria (temporária)	4,0
Perda de 2 membros / olho ou doença séria (permanente)	8,0
Fatalidade	15,0

Fonte: Drumond (2022)

Tabela 4 - Número de exposição ao risco (NP)

Número de exposição ao risco (NP)	
Descrição	**Valor**
De 1 a 2 pessoas	1
De 3 a 7 pessoas	2
De 8 a 15 pessoas	4
De 16 a 50 pessoas	8
Mais que 50 pessoas	12

Fonte: Drumond (2022)

Com base nos valores e nas variáveis pré-estabelecidas, é possível determinar o nível de risco mínimo e máximo de uma máquina ou equipamento avaliado pelo método HRN. A tabela 5 mostra o grau de risco e o intervalo de perigo que pode ser calculado. Dessa maneira, o produto da equação HRN = PE x FE x MPL x NP é classificado da seguinte forma (Drumond, 2022):

Tabela 5 - Classificação de risco segundo a HNR

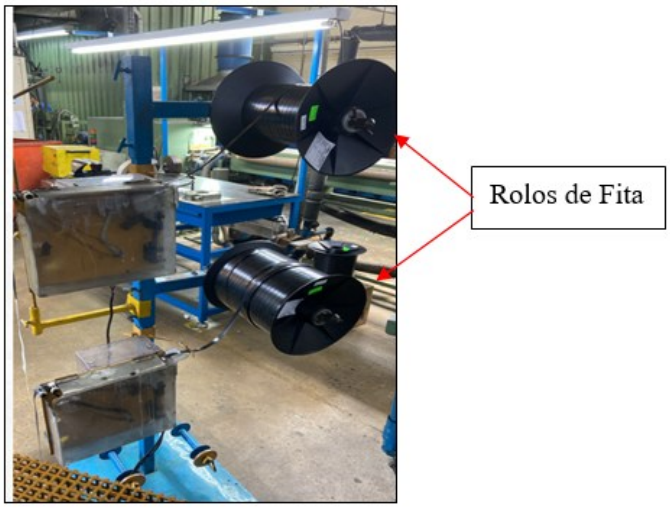
HRN	Classificação de risco
0-1	Aceitável
>1-5	Muito baixo
>5-10	Baixo
>10-50	Significante
>50-100	Alto
>100-500	Muito alto
>500-1000	Extremo
>1000	Inaceitável

Fonte: Drumond (2022)

Dentro desse contexto foi classificado o número de classificação de risco ou HNR para essa pesquisa. A máquina "Desbobinador de Fita" é apresentada na fotografia 01, com sua estrutura mecânica. Pode-se observar os rolos de fita colocados nos devidos suportes para que seja realizada a ação de desbobinagem da fita, a fim de seguir, posteriormente, para outra etapa do processo fabril.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

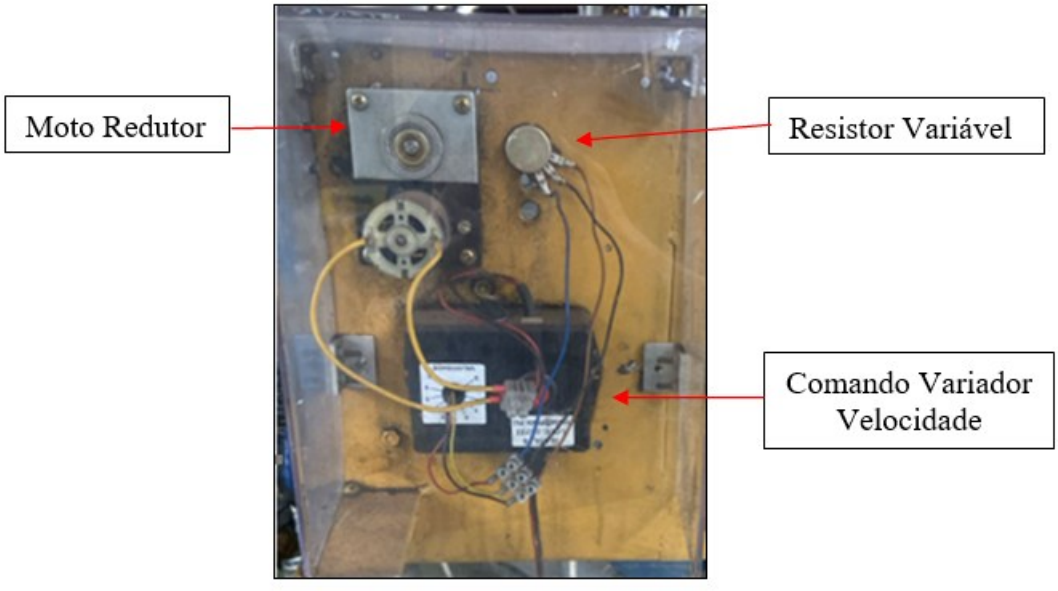
Fotografia 01 – Desbobinador de Fita



Fonte: acervo dos autores (2025)

Na fotografia 02 é apresentado o painel elétrico, onde estão instalados alguns componentes eletroeletrônicos, moto redutor de tração para desbobinagem da fita, caixa de comando variador de velocidade do moto redutor e um resistor variável para ajuste da velocidade do processo.

Fotografia 02 – Desbobinador de fita

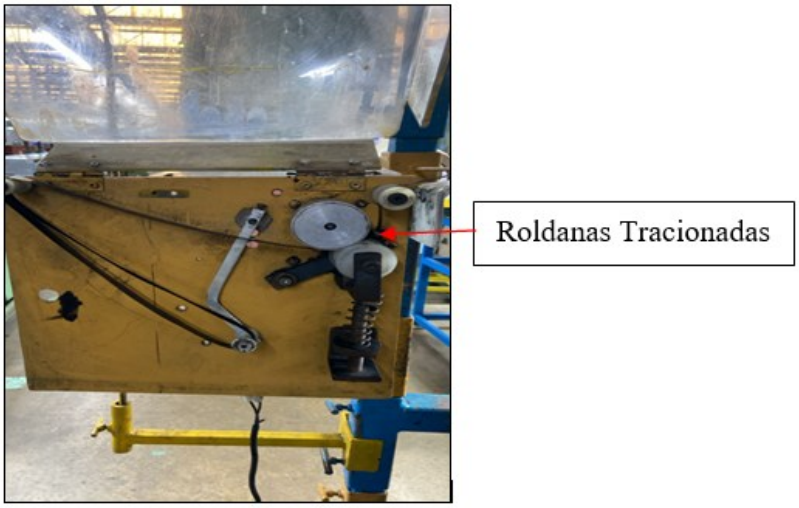


Fonte: acervo dos autores (2025)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

A fotografia 03 mostra um conjunto mecânico do sistema de tração da fita com as partes móveis compostas por roldanas tracionadas pelo já mencionado moto redutor.

Fotografia 03 – Desbobinador de fita



Fonte: acervo dos autores (2025)

Foi feita a análise de risco do conjunto mecânico do sistema de tração da fita com as partes móveis compostas por roldanas tracionadas por moto redutor, em consonância com o HRN - número de classificação de risco - anteriormente apresentado. O risco analisado foi o ingresso acidental das mãos na zona móvel das roldanas tracionadas no momento entre a troca de bobinas do produto, atividade necessária com equipamento em regime de trabalho, devido natureza do processo.

A probabilidade de exposição ao risco (PE) é de 15 - certamente - (tabela 1).

A frequência de exposição ao risco (FE) é de 4 - em termos de hora - (tabela 2).

O grau de severidade do dano, a probabilidade máxima de perda (MPL) é de 1 - fratura / enfermidade leve – temporária (tabela 3).

O número de pessoas expostas ao risco (NP) é de 1 - de 1 a 2 pessoas - (tabela 4).

Ao calcular os valores na fórmula, há o seguinte resultado:

HRN = PE x FE x MPL x NP

HRN = 15 x 4 x 1x 1

HRN = 60

Portanto, o valor do HRN do risco de ingresso acidental das mãos na zona móvel das roldanas tracionadas será “Alto”, conforme estipulado na tabela de HRN, tabela 4.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

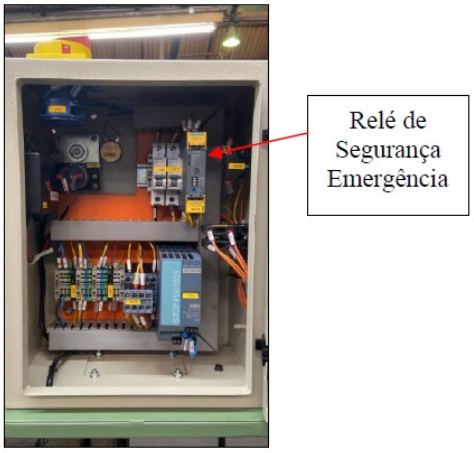
De acordo com a norma NR12 a máquina precisa possuir um acionamento de interrupção do movimento de forma instantâneo, de modo que na presença da necessidade de uma parada rápida do processo ou, para realização da troca da bobina de fita quando em processo, seja confiável uma intervenção segura contra riscos de acidentes com as mãos nas roldanas móveis que tracionam a fita.

Diante desse disposto, foi desenvolvido um novo painel elétrico para o equipamento, com adição dos elementos a seguir e apresentados na fotografia 04 e fotografia 5.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

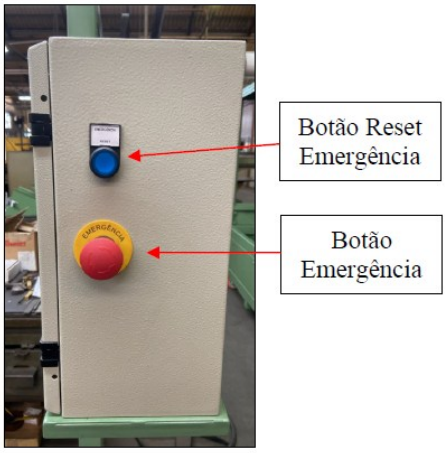
- Chave seccionadora comando sob carga com trava de segurança para cadeados de segurança;
- Relé de segurança de emergência;
- Botão de emergência tipo soco com trava;
- Contatos do botão de emergência monitorados contra falha de atuação;
- Botão reset de emergência;
- Contator de potência para acionamento do moto redutor com intertravamento elétrico conforme norma NR12 indica em conjunto com relé de emergência;
- Fusível de proteção;
- Tensão elétrica de comando 24Vdc.

Fotografia 04 – Desbobinador de Fita



Fonte: acervo dos autores (2025)

Fotografia 05 – Desbobinador de Fita



Fonte: acervo dos autores (2025)

5.1 Classificação técnica do relé

O relé de segurança de emergência utilizado foi da fabricante Siemens código 3SK1121-1CB41, com as seguintes características datasheet:

- Função: relé de segurança com temporização ajustável de 0,05 a 3 segundos.
- Circuitos de habilitação: possui 2 contatos normalmente abertos (NO) instantâneos e 2 contatos NO temporizados.
- Alimentação: funciona com uma tensão de 24 V DC.

Esse relé é utilizado em aplicações industriais para garantir a segurança em sistemas automatizados, permitindo a interrupção segura de circuitos em caso de falhas ou emergências.

5.2 Efetividade da medida implementada

De acordo com a ABNT NBR ISO 13850:2021 - segurança de máquinas - função de parada de emergência - princípios para projeto, a função de parada de emergência deve operar da seguinte maneira:

Parada de categoria 0: parada por imediata remoção da energia do(s) atuador(es) da máquina ou desconexão mecânica (embreagem) entre os elementos de risco e o(s) correspondente(s) atuador(es) da máquina, como, por exemplo, a remoção da energia

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

necessária para gerar torque ou força em um motor elétrico, usando a função safe torque off (STO) em um dispositivo semicondutor, como um inversor de frequência (Brasil, 2022b).

De acordo com a ABNT NBR ISO 14118:2022 - segurança de máquinas - prevenção de partida inesperada, a partida inesperada pode ser causada por (Brasil, 2022b, p. 27):

> a) um comando de partida que é resultado de uma falha do sistema de comando ou de uma influência externa sobre ele;
> b) um comando de partida gerado por ação não intencional em um controle de partida ou outras partes da máquina, como por exemplo um sensor ou um elemento de controle de potência;
> c) restauração do fornecimento de energia, após uma interrupção; e
> d) influências externas/internas (gravidade, vento, autoignição em motores de combustão interna) em partes da máquina.

"Segundo o item 12.4.2 da NR-12, os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas" (Brasil, 2022b, p. 27).

5.3 Categoria de risco atendida

Para aplicação da adequação, a proposta trouxe um grau de "segurança categoria 4", no que se refere a parada de emergência instantânea, uma vez que foram instalados outros elementos em conjunto com relé de emergência, como contator de potência com contatos de segurança e *feedback* de *status* para o relé de emergência, botões de emergências com contatos monitorados anti falha, botão de pulso com contato normal aberto tipo NA, para obrigatoriedade de *reset* de forma manual do sistema quando uma vez acionado ou colocado em ciclo após uma desenergizarão.

5.4 Impacto observado com a mitigação dos riscos

A adequação do relé de emergência, com tempo de atuação de 0,05 segundos, proporcionou uma condição de equipamento em parada de emergência de forma instantânea. Isso porque o equipamento não tem uma dinâmica mecânica com fator de inercia elevada de parada em ciclo que se torne necessário pontuar para essa pesquisa. Dessa maneira, uma vez que ocorre a desorganização do motor do rolete, a máquina entra em parada de movimento de forma instantânea.

Pode-se inferir, que a máquina Desbobinador de Fita, após implementação do novo relé de segurança de emergência, passou a possuir características de segurança de acordo na norma NR12.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da NR-12 é importantíssima para o correto funcionamento da Higiene e Segurança do trabalho (HST), área que responde pela segurança industrial dos empregados das empresas, prevenindo e corrigindo, através de estudos e ações, os acidentes no trabalho e preocupando-se com a saúde dos trabalhadores.

Essa pesquisa, de caráter científico, proporcionou o entendimento e a compreensão de que uma boa gestão deve preocupar-se com todas as áreas de sua empresa e que a Área de Recursos Humanos (ARH), atualmente denominada de Gestão de Pessoas é imprescindível

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

para o bom desempenho das empresas, uma vez que ela integra os trabalhadores no contexto das organizações e, em consequência disso, aumenta a produtividade.

Os projetistas de máquinas e equipamentos, assim como dos engenheiros de segurança do trabalho tem a responsabilidade na atenção, construção e fiscalização das normas vigentes de segurança ao equipamento e trabalho.

Após a realização da análise de riscos dessa máquina, verificou-se que o valor do *Hazard Rating Number* (HRN) foi classificado como "Alto" e, portanto, havia a necessidade de adequação à norma NR-12 para proporcionar a segurança aos funcionários que a utilizam.

Assim, por meio da execução do projeto de um novo painel elétrico, em consonância com a NR12, para atingir um nível de *Performance Level Requerido* (PLr), com instalação do relé de segurança de emergência, do fabricante Siemens, código 3SK1121-1CB41, foi possível aumentar a segurança do profissional operador da máquina Desbobinador de Fita. Isso porque, foi feita uma adequação que trouxe um grau de "segurança categoria 4", no que se refere a parada de emergência instantânea. O impacto dessa adequação do relé de emergência, com tempo de atuação de 0,05 segundos, proporcionou uma condição de equipamento em parada de emergência, pois, se ocorrer a desorganização do motor do rolete, a máquina entrará em parada de movimento de forma instantânea.

Concluiu-se, portanto, que a NR-12 é uma norma importantíssima, e que a implementação dessa adequação na máquina foi essencial para a segurança dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ. **Procedimentos para adequação de máquinas e equipamentos**. 2023. Disponível em: https://abimaq.org.br//wp-content/uploads/2024/02/20240205157210017075035 40.pdf. Acesso em: 08 jan. 2025

BRASIL. **NR12 atualizada**. 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf. Acesso em: 06 jan. 2025.

BRASIL. **Manual de aplicação da NR-12**: partes de sistemas de comando de máquinas relacionadas à segurança. 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/manuais-e-publicacoes/manual-de-aplicacao-da-nr-12.pdf. Acesso em: 02 jun. 2025.

CARVALHO, Antônio Vieira e NASCIMENTO, Luiz Paulo. **Administração de recursos humanos.** 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2004.

CHIAVENATTO, Idalberto. **Recursos Humanos:** edição compacta. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 14. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DEL VECHIO, Marcelo. **NR12 sem mistério:** documento técnico da CIESP**.** Disponível em: http://www.ciespsorocaba.com.br/documentos/palestras/ciesp_nr_12.pdf. Acesso em: 06 jan. 2025.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

DRUMOND, Bruno**. HRN**: o que é esse método, como calcular e montar planilha, com exemplo. 2022. Disponível em: https://adequada.eng.br/hrn/. Acesso em: 02 jun. 2025.

FLIPPO, E. B. **Personel Management**. 5 ed. New York: McGraw-Hill, 1980.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo. Atlas, 1999.

GIL, Antônio Carlos. Administração de recursos humanos: um enfoque profissional. São Paulo: Atlas, 1994.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LIMONGI-FRANÇA, Ana Cristina. **Práticas de recursos humanos** (PRH): conceitos, ferramentas e procedimentos. São Paulo: Atlas, 2013.

MARRAS, Jean Pierre. **Administração de recursos humanos**: do operacional ao estratégico. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org). **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de Freitas. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SIEMENS. **Relé de segurança de emergência SIRIU 3SK11211CB41**. 2025. Disponível em: https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Product/3SK11211CB41. Acesso em: 08 jan. 2025.

VILELA, Rodolfo Andrade de Gouveia; MENDES, Renata Wey Berti; GONÇALVES, Carmen Aparecida H. Acidente do trabalho investigado pelo CEREST Piracicaba: confrontando a abordagem tradicional da segurança do trabalho. 2007. **Rev. bras. saúde ocupacional.** Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbso/a/Wv7qXbNKJqrtkwhPyX74hFp/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 28 mar. 2025